NUEVO CONCEPTO DEL MOVIMIENTO Y EL REPOSO

(1758)

IMMANUEL KANT

(Traducción del alemán por Roberto Torretti)

Advertencia del Traductor. El breve ensayo de Kant que damos en versión castellana a continuación apareció en Königsberg con fecha 1° de abril de 1758 en la imprenta de Johann Friedrich Driest bajo el título siguiente: *M. Immanuel Kants Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe und der damit verknüpften Folgerungen in den ersten Gründen der Naturwissenschaft, wodurch zugleich seine Vorlesungen in diesem halben Jahre angekündigt werden.* (Nuevo Concepto del Movimiento y el Reposo y de sus consecuencias para los primeros fundamentos de la física, por el Maestro Immanuel Kant, con el cual se anuncian también sus lecciones para este semestre). La edición de la Academia Prusiana lo reproduce en el tomo II, págs.15-25. He señalado mediante números entre corchetes los puntos en que comienzan las páginas de esta edición.

[15] Si en una cuestión filosófica el juicio unánime de los expertos constituyera un muro sobre el cual no se pudiese saltar sin incurrir en un delito merecedor del mismo castigo que el de Remo,[1] me abstendría quizás de la impertinencia de permitir a mis ocurrencias una libertad justificada únicamente por la sana razón, contra el dictamen decisivo de la venerable muchedumbre. Si se me ocurriera disputar una ley que, por derecho consuetudinario, ha sostenido ya desde hace siglos una posesión indisputada en los manuales de los filósofos, pronto reconocería, resignado, que debiera haber nacido antes o quedarme callado. Pero cuando veo alrededor mío una gran multitud de personas emprendedoras, que nada quieren saber del

[1] Rómulo dio muerte a su hermano Remo cuando éste saltó sobre las murallas de Roma recién fundada, para ridiculizar su exigua altura. Véase Tito Livio, I, 7. (N. de. T.)

Diálogos, 34 (1979) pp.143-152.

respeto a la autoridad, y que sin embargo son tratadas con tanta indulgencia, que sus opiniones hasta son examinadas y meditadas, oso unirme a ellos, confiado en un destino equitativo, y me atrevo a investigar y rechazar los conceptos de *movimiento* y *reposo*, así como la *fuerza de inercia* asociada a este último, aunque sé desde ya que aquellos señores que acostumbran arrojar como paja todos los pensamientos que no hayan sido trillados en la máquina del sistema wolffiano o de otro célebre edificio doctrinal a la primera ojeada declararán incorrecto todo el planteamiento e inútil el esfuerzo de examinarlo.

Nuevos Conceptos de Movimiento y Reposo

[16] Desearía que mis lectores pudiesen ponerse por un momento en esa disposición de ánimo que Descartes juzga imprescindible para alcanzar conocimientos correctos y en la cual yo mismo me hallo durante la presente meditación, y que consiste en dar por olvidadas todas las nociones aprendidas y tomar uno mismo el camino de la verdad sin más guía que la pura sana razón.

En esta actitud sé que el movimiento es el cambio de lugar. Pronto comprendo también que el lugar de una cosa se conoce por la posición o postura, o por otra relación externa de la misma respecto a otras cosas que hay en torno a ella. Puedo considerar un cuerpo en relación con ciertos objetos externos que por de pronto lo rodean y si esa relación no cambia, diré que el cuerpo reposa. Pero en cuanto lo considero en relación con una esfera más vasta, es posible que el cuerpo junto con sus objetos próximos cambie su posición con respecto a aquélla, y desde este punto de vista le atribuiré un movimiento. Soy libre de ampliar mi campo de atención todo lo que quiera y de considerar al cuerpo en cuestión relativamente a horizontes cada vez más lejanos, y comprendo que mi juicio acerca del movimiento y reposo de ese cuerpo nunca será estable, sino que puede siempre alterarse bajo nuevas perspectivas. Supongamos, por ejemplo, que me encuentro en un barco que está en la rada en el Pregel. Hay una bola sobre la mesa ante mí; la considero con respecto a la mesa, a las paredes y demás partes del barco y digo que reposa. Desde el barco miro luego hacia la ribera y observo que el [17] cable con que estaba amarrado se ha soltado y que el barco avanza lentamente río abajo; digo enseguida que la bola se mueve de oriente a poniente en la dirección del río. Pero si alguien me dice que la tierra gira con su movimiento diurno con mucha mayor velocidad de poniente a oriente, en el acto cambio de opinión y atribuyo a la bola un movimiento en sentido contrario con una velocidad que la

astronomía permite calcular fácilmente. Ahora me recuerdan que la esfera terrestre se traslada relativamente al sistema planetario de poniente a oriente con un movimiento aún más rápido. Me veo compelido a atribuírselo a la bola y altero la velocidad que antes le asigné. Finalmente, Bradley me enseña que el sistema planetario entero, junto con el sol, experimenta probablemente un desplazamiento relativamente al cielo de las estrellas fijas. Pregunto ¿en qué dirección y con cuál velocidad? No me responden. Y entonces me da vértigo, no sé ya si la bola reposa o se mueve, ni hacia dónde, ni con qué velocidad. Empiezo a comprender que en la expresión del movimiento y el reposo me falta algo. No debo usarla nunca en un sentido absoluto, sino siempre relativamente. Nunca debo decir: "un cuerpo reposa" sin añadir con respecto a qué cosas reposa; y nunca debo aseverar que se mueve sin a la vez nombrar los objetos con respecto a los cuales cambia su relación. Aunque pretendiera imaginarme un espacio matemático, vacío de toda criatura, como recipiente de los cuerpos, ello en nada me ayudaría. Pues ¿cómo he de distinguir las partes del mismo y los diversos lugares que no ocupa nada corpóreo?

Tomo ahora dos cuerpos, uno de los cuales —llamémosle B— reposa relativamente a todos los objetos que me son por de pronto conocidos, mientras el otro —sea A— avanza hacia él con una determinada velocidad. La bola B bien puede que mantenga una relación inalterada hacia otros objetos externos, pero no se halla en tal relación si se la considera con respecto a la bola en movimiento A. Pues su relación es recíproca y también, por lo tanto, la alteración de la misma. La bola B, que se dice en reposo respecto a ciertos objetos, participa igualmente con la bola A en la alteración de sus relaciones recíprocas: ambas se acercan mutuamente. ¿Por qué no he de decir entonces contrariando el capricho del idioma [*Eigensinn der Sprache*] [18] que la bola B, aunque reposa relativamente a otros objetos externos, se mueve no obstante uniformemente respecto a la bola en movimiento A?

Me concederéis que cuando se habla del impulso que los dos cuerpos se imparten mutuamente al chocar, no hay que tener en cuenta la relación con otras cosas externas. Pero si el cambio que aquí ocurre ha de considerarse sólo con relación a los dos cuerpos A y B y uno distrae su atención de todos los objetos externos, pregunto yo: ¿se puede acaso determinar, por lo que entre ambos ocurre, que uno de ellos reposa y sólo el otro se mueve, y cuál de ellos reposa o se halla en movimiento? ¿No hay que atribuir el movimiento a ambos, y en la misma medida? El acercamiento mutuo es tan propio del uno como del otro. Supongamos que una bola A de 3 libras de

masa se mueve hacia otra bola B de 2 libras, que reposa relativamente al espacio circundante; el intervalo de 5 pies que las separaba se recorre en un segundo. Si sólo atiendo al cambio que ocurre entre los dos cuerpos únicamente puedo decir que 3 libras de masa y 2 libras de masa se acercan mutuamente 5 pies en un segundo. Como no tengo el menor motivo para atribuir a uno de los dos cuerpos una mayor participación en el cambio que al otro, a fin de obtener una perfecta igualdad de ambas partes he de distribuir la velocidad de 5 pies por segundo en proporción inversa a las masas; en otras palabras, al cuerpo de 3 libras le tocan 2 grados de velocidad y al de 2 libras le tocan 3 grados y con estas fuerzas actuarán efectivamente el uno sobre el otro en el choque. No obstante el reposo en que el cuerpo B se halle relativamente a otros objetos próximos en el espacio, tiene empero un verdadero movimiento respecto al cuerpo que avanza hacia él, un movimiento que es igual al de éste, de suerte que la suma de ambos movimientos equivale al que hay que concebir en el cuerpo A solo si uno se representa a B en reposo absoluto.

Si a pesar de lo dicho uno quiere hacer caso del capricho del idioma, es dudoso que pueda mantener un modo de expresión uniforme. Si se dispara cerca de París una bola de cañón de doce libras [19] de oriente a poniente contra un muro, hasta un filósofo diría que ella se mueve a una velocidad de 600 pies por segundo, aunque en seguida admitirá que, como la tierra en esa latitud tiene aproximadamente el mismo movimiento de poniente a oriente, la fuerza de la pólvora en rigor no ha hecho nada más que cancelar el movimiento de la bala. Sin embargo, y sin dejarse turbar por el movimiento diurno o anual de la tierra, uno concede tácitamente que las relaciones de la bola y el muro con el espacio circundante[2] próximo o remoto nada tienen que ver aquí y que sólo importa la relación mutua entre esos dos cuerpos. Pero, una vez hecha esta concesión, ¿a cuál de los dos quisiera uno atribuir el reposo relativo al otro? Pues el fenómeno [*Phaenomenon*] del cambio sólo da a conocer que ambos se acercan mutuamente. A menos que se admita que ambos se mueven el uno hacia el otro, la bala hacia el muro y el muro hacia la bala, ambos por cierto con la misma fuerza. Si se considera el espacio recorrido entre los dos cuerpos, dividido por el tiempo, como la suma de las velocidades de ambos, cabe decir que la suma de las masas A y B es a la masa del cuerpo B como la velocidad

---

[2] El original dice *umher umgebenen*; la Academia lee *umher umgebenden*; Cassirer, *umher gegebenen*. (N. del T.)

dada es a la velocidad del cuerpo B; al sustraer esta última de la referida velocidad total se obtiene la velocidad A. Entonces el cambio ocurrido se habrá repartido equitativamente entre ambos cuerpos, los cuales entrarán en colisión con estas fuerzas iguales. Para mi propósito infiero de ello sólo los dos corolarios siguientes:

1) Todo cuerpo relativamente al cual otro se mueve está también en movimiento con respecto a este último y por lo tanto es imposible que un cuerpo embista a otro que se halla en reposo absoluto.
2) En el choque de los cuerpos la acción y la reacción son siempre iguales.

De la Fuerza de Inercia

Nunca quizás se le hubiese ocurrido a nadie sostener que un cuerpo que está en completo reposo o si se quiere, en equilibrio, mientras aún no lo toca otro que lo embiste, en el momento mismo de la colisión cobra espontáneamente de improviso un [20] movimiento opuesto al del que lo choca o pierde el equilibrio para cancelar en el otro una fuerza contraria; a nadie se le hubiese ocurrido sostener esto, digo, si la experiencia no mostrase que en un estado que todos tienen por un estado de reposo, el cuerpo reacciona contra cualquier cuerpo actuante con la misma intensidad [con que él actúa]. Acabo de probar, empero, que lo que falsamente se tiene por reposo relativo al cuerpo que embiste de hecho es un movimiento con respecto a él. Es evidente, pues, que aquella fuerza de inercia ha sido imaginada sin necesidad y que en toda colisión ocurre un movimiento del cuerpo contra otro que se mueve en el mismo grado contra él, lo cual explica fácil e inteligiblemente la igualdad de acción y reacción, sin tener que inventar una especie particular de fuerza de la naturaleza. Con todo, esa fuerza hipotética se presta admirablemente para deducir de ella muy correcta y fácilmente todas las leyes del movimiento. Pero sirve para esto sólo de la manera como la fuerza atractiva newtoniana de toda la materia sirve para explicar los grandes movimientos del cosmos, a saber, sólo como la ley de un fenómeno *(Erscheinung)* general conocido por la experiencia, cuya causa no se conoce, y que por lo mismo no puede uno apresurarse a imputar a una fuerza natural interna ordenada a ello.[3]

---

[3] Véase Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 3ª ed. (1726), p.530. Recuérdese que Newton llamó a la inercia, *vis inertiae* (*ibid.*, p.2). La asimilación de inercia y gravedad, sugerida aquí por Kant, es la base de la teoría de la gravitación de Einstein. (N. de T.)

Sin renunciar a ninguna de las reclamaciones de mi doctrina puedo admitir, en este sentido, que todos los cuerpos tienen una fuerza de inercia con respecto a los que se mueven contra ellos, es decir, una fuerza para reaccionar con igual intensidad contra la acción [de éstos]; pues eso no es sino una ley empírica *(Erfahrungsgesetz)*. Pero sólo *parecen* poseerla en sí mismos, como una fuerza interna, cuando se hallan en reposo total, pues en realidad la poseen únicamente debido a que están en movimiento efectivo e igual contra el [cuerpo] que los embiste, y nunca poseen tal fuerza en cuanto reposan relativamente a éste.

No ha de ser difícil refutar con otras razones el hipotético concepto de una fuerza de inercia.

Pues (1) por muchas fuerzas que un cuerpo tenga cuando está en reposo, ellas deben entonces ciertamente hallarse en equilibrio. ¿Cómo puede ocurrir entonces que en el momento mismo en que el cuerpo que lo embiste toca al cuerpo en reposo este último se ponga de improviso por su cuenta en movimiento hacia el lado de donde viene el otro o inicie un conato para anular en él una parte de su fuerza? Pues si su fuerza interna [21] estuviese aún en equilibrio en el momento del choque, no le opondría la más mínima resistencia.

Aun suponiendo que (2) tal conato repentino fuese posible, el cuerpo pasivo no obtendría ningún movimiento del choque, pues impulso y reacción se anularían mutuamente y sólo resultaría de ello el que ambos cuerpos cesarían de actuar el uno sobre el otro, mas no que el cuerpo embestido se moviese tras esto. Además, como la fuerza de inercia es una fuerza natural, aunque el equilibrio fuese destruido por el choque, tendría que restablecerse espontáneamente al momento siguiente, esto es, el cuerpo embestido tendría que hallarse de nuevo en reposo enseguida después del choque.

Me abstengo de mencionar otras razones que tengo preparadas contra el concepto de fuerza de inercia. Podría dilucidar también las demostraciones metafísicas del mismo que se han ofrecido. Pero mi tarea aquí no es escribir un libro sino sólo un cuadernillo en cuyo breve espacio hay que comprimir este fecundo tema.

De la ley de la continuidad, en cuanto es inseparable del concepto de una fuerza de inercia.

Lo que mayor perplejidad debe infundir a los defensores del concepto ordinario del movimiento es que no pueden evitar que otra ley arbitraria se les imponga contra su voluntad cuando quieren explicar las leyes del movimiento conforme a su doctrina. Dicha hipótesis auxiliar es la ley de la continuidad de la cual quizás sólo

unos pocos tratadistas de mecánica habrán observado que, por mucho que se le opongan, tienen que presuponerla tácitamente cuando quieren explicar el choque de los cuerpos según los conceptos del movimiento comúnmente aceptados. Me refiero aquí sólo a la ley física de continuidad, que nunca se ha podido probar, pero sí refutar; pues la ley de continuidad lógica,[4] que es [22] una regla hermosa y correcta para los juicios, en nada contradice a la presente objeción. La ley física diría según Leibniz: Ningún cuerpo comunica fuerza a otro de una vez, sino que se la trasmite pasando por todos los grados infinitesimales intermedios entre el reposo y una determinada velocidad. Véase ahora cómo todos los que quieren explicar las leyes del choque de acuerdo con los conceptos tradicionales del movimiento tienen absolutamente que valerse de esta regla leibniziana. ¿Por qué un cuerpo perfectamente duro no comunica con el choque toda su fuerza a otro cuerpo análogo e igual sino sólo la mitad de ella, como nos enseña la estática? Se dice que ello ocurre por cuanto el cuerpo que choca presiona e impulsa al que está en su camino sólo hasta que ambos tienen la misma velocidad, o sea, si sus masas son iguales, hasta que ambos tienen la mitad de la velocidad inicial del cuerpo que choca, pues entonces el cuerpo chocado escapa a toda acción ulterior del otro. Pero ¿no se presupone aquí que toda acción del que embiste sobre el que reposa ocurre paulatinamente, a través de una secuencia de momentos infinitesimales de presión? Pues si aquél actuase de una vez con toda su fuerza trasmitiría a éste todo su movimiento y quedaría él mismo en reposo, lo que contradice a la ley del choque de los cuerpos perfectamente duros. Como el cuerpo en reposo obstruye todo el movimiento del cuerpo que lo choca, si éste pudiera actuar de una vez con toda su fuerza, por cierto lo haría, y lo que vale de la fuerza íntegra, puede decirse también de la mitad, de la cuarta parte, etc. Por lo tanto, no actúa de una vez con ninguna fuerza finita, sino sólo paulatinamente mediante momentos infinitesimales, que es lo que dice la ley de la continuidad.

Como de esto se desprende que es absolutamente necesario aceptar la ley de la continuidad si uno no quiere desprenderse del concepto corriente del movimiento y el reposo, mostraré brevemente

---

[4] Sin dar aquí la fórmula de esta regla quiero citar algunos ejemplos de ella. Lo que ocurre en general cuando un cuerpo embiste a otro que se mueve, ocurre también cuando choca con uno en reposo, pues el reposo ha de considerarse como un movimiento infinitesimal. Si cabe asignar una cantidad de fuerza al movimiento real, también hay que asignarle una a la mera presión; pues la presión puede considerarse como un movimiento real a través de un espacio infinitesimal. En otra ocasión explicaré en detalle esta ley lógica de la continuidad y la pondré bajo la luz que corresponde. (Nota de Kant.)

por qué, sin embargo, los más célebres hombres de ciencia no quieren admitir esa ley ni siquiera como hipótesis. Más que una hipótesis no se puede pretender que sea, pues no se la puede demostrar.

[23] Si es verdad que un cuerpo no puede actuar una vez sobre otro con un cierto grado de fuerza sin pasar antes por todos los pequeños grados intermedios posibles, entonces, digo, no podrá actuar sobre él de ninguna manera. Pues por muy pequeño que sea el momento[5] con que actúa en un instante, el cual en un cierto pequeño lapso de tiempo genera una velocidad dada, siempre ese momento constituye una acción repentina, que según la ley de la continuidad debería haber pasado primero por todos los infinitos grados de los momentos menores y también habría podido hacerlo; pues para cada momento dado cabe concebir otro menor, por [sucesiva] adición del cual se genera aquél. Por ejemplo, el momento de la gravedad es por cierto muchísimo menor[6] que el momento de la acción en el choque de los cuerpos, pues ésta es capaz de producir en un tiempo insignificante una gran velocidad, que la gravedad sólo podría generar en un lapso mucho más largo. Por consiguiente, el mismo momento de la acción en el choque es repentino y contrario a la ley de la continuidad. No cabe objetar que no existen cuerpos perfectamente[7] duros en la naturaleza. Pues aquí es suficiente pensarlos y determinar las leyes del movimiento de los mismos, pues sólo a través de ellas pueden encontrarse aquéllas según las cuales chocan unos con otros los cuerpos flexibles *(biegsam)*. Además, todo cuerpo blando *(weich)* posee un cierto grado de cohesión, respecto al cual se puede considerarlo como un cuerpo duro relativamente al momento igual o menor de la fuerza del cuerpo que lo embiste. Si es posible una acción repentina con respecto a ello, entonces también podrá ocurrir tal acción con respecto a grados mayores.

Clave para la dilucidación de las leyes del choque conforme al nuevo concepto del movimiento y el reposo.

Lo que ocurre en el choque entre los dos cuerpos en interacción recíproca está claro ya por lo que hemos dicho conforme a nuestro concepto. Consiste simplemente en que la acción y reacción de

---

5 Kant escribe: "Es mag so ein *unendlich* kleines Moment sein", esto es, "Por infinitamente pequeño que sea el momento" (cursiva mía). Pero "infinitamente" no ha de tomarse aquí al pie de la letra, como puede verse por lo que Kant dice enseguida. (N. del T.)

6 *Unendlich kleiner.* Literalmente: *infinitamente pequeño.* Véase nota 5. (N. del T.)

7 Leo *vollkommen,* con la Academia. El original dice *vollkommene,* de suerte que la frase tendría que traducirse "cuerpos duros perfectos". (N. del T.)

ambas partes son iguales y que después del choque ambos cuerpos reposan relativamente el uno al otro —quiero decir, si justamente acaban de entrar en contacto y hacemos abstracción de toda fuerza elástica. Pero bajo la denominación de leyes del movimiento no se comprende sólo a las reglas de la relación mutua que adquieren los cuerpos al chocar, sino [24] también sobre todo el cambio en su estado externo con respecto al espacio en que se encuentran. Propiamente hablando, esto es sólo el fenómeno externo de lo ocurrido inmediatamente entre ellos, y esto es lo que se desea saber.

Con este fin, tómense primero dos cuerpos A y B, el primero con una masa de 3 libras, el otro con una de 2 libras, y en reposo relativamente al espacio en que se encuentra, mientras el primero se mueve relativamente a ese mismo espacio con 5 grados de velocidad en línea recta hacia el cuerpo B. Como según nuestros principios hay que atribuir a B una velocidad de 3 grados relativa a A y a A una velocidad de 2 grados hacia B, con el choque estas dos fuerzas iguales se anularán y ambos reposarán uno respecto al otro. Pero como B, que reposaba relativamente a los otros objetos, tiene según esto un movimiento relativo de 2 grados hacia A, habrá que atribuir el mismo movimiento al espacio circundante, en la misma dirección y con la misma velocidad que el del cuerpo B. El choque de A anula este movimiento de dos grados en B, pero no en el espacio circundante, sobre el cual no actúa; por lo tanto, este último seguirá moviéndose en la dirección en que antes se movía el cuerpo B, o, lo que es lo mismo, el cuerpo B se moverá después del choque en la dirección del cuerpo A con 2 grados de velocidad relativamente al espacio circundante; también el cuerpo A se moverá en la misma dirección y con la misma velocidad, pues reposa con respecto a B. De suerte pues que ambos cuerpos después del choque seguirán moviéndose con 2 grados de velocidad. Se ve así que la velocidad anulada en un cuerpo, que se había atribuido al cuerpo chocado sólo relativamente al cuerpo que lo embiste, pero que aquél no poseía con respecto al espacio, engendra en él propiamente un grado igual de movimiento relativo al espacio en la dirección del choque.

Si dos cuerpos A y B con las masas antedichas, se vienen al encuentro desde direcciones opuestas, el primero con 3 grados [de velocidad] y el segundo con 2, entonces, si sólo se considera la relación del movimiento recíproco de estos cuerpos, hay que sumar las velocidades 3 y 2 y, conforme a lo dicho, distribuir la suma entre ellos en proporción inversa a las masas, de modo que a A le toquen dos grados de velocidad y a B, 3, con lo cual, debido a la igualdad [25] de las fuerzas contrapuestas, se reducen mutuamente al reposo

relativo. Pero como el movimiento relativo de los dos cuerpos induce en B una velocidad de 3 grados, que B no posee íntegra con relación al espacio externo (con respecto a él, tiene una velocidad de sólo 2 grados), entonces, según lo arriba observado, la anulación de una velocidad que el cuerpo no tenía relativamente al espacio determinará un movimiento en dirección contraria con respecto a ese mismo espacio; en otras palabras, B se seguirá moviendo con 1 grado de velocidad en la dirección en que A lo embistió, y A también se moverá de esa manera, pues reposa relativamente a B.

Sería fácil derivar de los conceptos fundamentales propuestos las leyes del movimiento en el choque de cuerpos que se mueven en una misma dirección con velocidad desigual y también las reglas del choque de cuerpos elásticos. Sería menester además arrojar mayor luz sobre lo expuesto mediante varias ilustraciones. Todo esto podría hacerse si fuese posible en una materia tan rica y dentro de un espacio tan limitado, ser completo en cuanto al contenido y abundante en cuanto a la expresión.

***

El plan de mis lecciones del semestre entrante es el siguiente: Explicará la lógica según el compendio de Meier y la metafísica según el manual de Baumeister. En una clase de los días miércoles y sábados consideraré polémicamente las proposiciones tratadas en los días anteriores, lo que constituye, en mi opinión, uno de los medios más excelentes para alcanzar conocimientos bien fundados. Iniciaré la matemática según el compendio de Wolff. Si algunos señores desean un curso de física, según el manual de Eberhard, trataré de satisfacerlos. En el semestre pasado expliqué la geografía física según mis propias notas, y pienso exponer de nuevo esta útil y amena ciencia, con varias ampliaciones.